

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



A-50

P6 - 11655

4705 / 2-78

Б.А.Аликов, В.Андрейчев, А.Войцеховска,
В.Г.Калинников, В.В.Кузнецов, Г.И.Лизурей,
Н.З.Марупов, К.М.Муминов, Т.М.Муминов,
У.С.Салимбаев, В.И.Стегайлов, Р.Р.Усманов

ВРЕМЕНА ЖИЗНИ

ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ

157 Но И 157 Ер

1978

P6 - 11655

Б.А.Аликов,¹ В.Андрейчев,² А.Войцеховска,
В.Г.Калинников, В.В.Кузнецов, Г.И.Лизурей,
Н.З.Марупов,¹ К.М.Муминов,¹ Т.М.Муминов,¹
У.С.Салихбаев,¹ В.И.Стегайлов, Р.Р.Усманов¹

ВРЕМЕНА ЖИЗНИ
ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ
 ^{157}No И ^{157}Er

Направлено в "Nukleonika"

¹ Самаркандский государственный университет

² Институт ядерных исследований и ядерной
энергетики БАН, София.

Аликов Б.А. и др.

P6 - 11655

Времена жизни возбужденных состояний ^{157}Ho и ^{157}Er

Методом $e\gamma$ -задержанных совпадений измерялись времена жизни возбужденных состояний 53,2 кэВ ($T_{1/2} = 20 \pm 1$ нс), 83,6 кэВ ($T_{1/2} \leq 0,3$ нс) и 175,0 кэВ ($T_{1/2} = 0,54 \pm 0,05$ нс) в ^{157}Ho и 10,3 кэВ ($T_{1/2} = 7 \pm 1$ нс) в ^{157}Er . Определены приведенные вероятности γ -переходов, разряжающих исследуемые состояния.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

Alikov B.A. et al.

P6 - 11655

Lifetimes of ^{157}Ho and ^{157}Er Excited States

By method of $e\gamma$ delayed Coincidences lifetimes of excited states were measured: 53.2 keV ($T_{1/2} = 20 \pm 1$ ns), 83.6 keV ($T_{1/2} \leq 0.3$ ns) and 175.0 keV ($T_{1/2} = 0.54 \pm 0.05$ ns) in ^{157}Ho and 10.3 keV * ($T_{1/2} = 7 \pm 1$ ns) in ^{157}Er . The reduced probabilities for γ -transitions have been determined which discharge the states under study.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research.

Dubno 1978

1. ВВЕДЕНИЕ

Изотоп ^{157}Er / $T_{1/2} = 22 \pm 2$ мин/ открыт в 1964 г. ¹ среди продуктов реакции глубокого расщепления тантала протонами с $E_p = 660$ МэВ. Независимо об идентификации этого изотопа сообщалось также в работе ^{2/}. Однако до настоящего времени не установлена детальная схема распада $^{157}\text{Er} \rightarrow ^{157}\text{Ho}$. В работах дубненской группы ^{3,4/} предложена предварительная схема уровней ^{157}Ho , возбуждаемых из распада ^{157}Er : 0 и 83 кэВ - полосы $7/2^- [523]$, 53 кэВ - $5/2^+ [402]$, 175 кэВ - $7/2^+ [404]$ и др. Исследования распада $^{157}\text{Er} \rightarrow ^{157}\text{Ho}$ и уровней ^{157}Ho , возбуждаемых в реакциях $(\alpha, 6n)$ и $(p, 4n)$, ведутся также французской группой ^{5/} на синхротроне в Орсе. Имеются разногласия в интерпретации состояния 174 кэВ - $7/2^+ [404]$ ^{4/} и $3/2^+ [411]$ ^{5/}.

В реакциях с тяжелыми ионами ^{6/} ротационная полоса основного состояния ^{157}Ho $7/2^- [523]$ прослежена вплоть до состояния со спином $I = 25/2$.

В реакции $(^3\text{He}, d)$ и (α, t) ^{7/} возбуждены уровни ^{157}Ho : с энергиями 52 кэВ $5/2^+ [402]$, 65 кэВ $7/2^+ [404]$, 480 кэВ $1/2^- [541]$.

Возбужденные состояния ^{157}Er изучались в реакциях типа $(^{12}\text{C}, 3n)$, $(^{40}\text{Ar}, 3n)$ ^{8,9/}, $(\alpha, 7ny)$ ^{10/} и при β -распаде ^{157}Tm / $T_{1/2} = 200$ с/ ^{11-13/}. Схема распада ^{157}Tm , предложенная на основе исследования спектров γ -лучей, электронов внутренней конверсии и γ - γ -совпадений, содержит 18 возбужденных состояний, нижним из которых является уровень с энергией 10,3 кэВ.

Основному состоянию и уровню 10,3 кэВ приписаны характеристики $3/2^{-521}$ и $3/2^{-532}$ соответственно /13/. Переход 10,3 кэВ из-за экспериментальных трудностей, связанных с измерением низкоэнергетических излучений и сложностью спектра в этой области энергий / LX-лучи, оже-электроны L-группы и т.д./ не наблюдался.

В настоящей работе были предприняты попытки измерить времена жизни уровней 53,2; 83,6; 175,0 кэВ в ^{157}Ho и 10,3 кэВ в ^{157}Er .

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

2.1. Радиоактивные источники

Исследования проводились с радиоактивными источниками изобары $A = 157$, полученными в реакции глубокого расщепления при облучении танталовых мишеней на выведенном пучке протонов синхроциклотрона ОИЯИ / $E_p = 660 \text{ МэВ}$, $I_p = 0,1 \text{ мкА}$ /. Облученная мишень /танталовая фольга толщиной 50 мкм, весом $\sim 0,5 \text{ г}$ / при помощи пневмопочты транспортировалась к электромагнитному масс-сепаратору /14/ и помещалась в трубчатый ионный источник. При нагревании мишени в ионном источнике ядра - продукты ядерных реакций испарялись из мишени, ионизировались и разделялись в сепараторе по массам /15/. На коллекторе сепаратора ионы внедрялись в алюминиевые фольги толщиной 5-10 мкм.

В случае приготовления источников для исследования распада ^{157}Tm / $T_{1/2} = 200 \text{ с}$ / мишени облучались 2-3 мин /при этом время с конца облучения до начала измерения составляло 3-4 мин/, а при исследовании распада ^{157}Er / $T_{1/2} = 22 \text{ мин}$ / мишени облучались 5-15 мин.

2.2. Аппаратура

Времена жизни уровней ^{157}Ho измерялись на многоканальном временном анализаторе, собранном на базе

магнитно-линзового β -спектрометра /м.л.сп./ и сцинтилляционного γ -спектрометра /сцинтиллятор - NE104 $\varnothing 25 \times 25 \text{ мм}$, фотоумножитель - XP1020/ /16/. Временное разрешение установки составляло $2\tau_0 \leq 1 \text{ нс}$.

Время жизни первого возбужденного состояния ^{157}Er измерялось в режиме $e\gamma$ -совпадений на временном спектрометре, в котором использовались два сцинтилляционных детектора с пластическими сцинтилляторами и фотоумножителями XP1021 /16/. Регистрация электронов проводилась при помощи сцинтиллятора NE111 $\varnothing 10 \times 0,1 \text{ мм}$, а γ -лучей - NE104 $\varnothing 25 \times 25 \text{ мм}$. Временные спектры обрабатывались по программам /17/ "LIFTM" и "GEXFIT" на ЭВМ CDC-6500.

3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

3.1. Времена жизни уровней 53,2; 83,6 и 175,0 кэВ в ^{157}Ho

Время жизни уровня 53 кэВ измерялось в совпадениях γ -лучей / $E_\gamma = 100 \div 300 \text{ кэВ}$ / с L-электронами внутренней конверсии перехода 53 кэВ. Из-за того, что в магнитном β -спектрометре эти электроны не разрешались от KLM оже-электронов, в исследуемом временном распределении проявились два компонента - мгновенный и задержанный с $T_{1/2} = 20 \pm 1 \text{ нс}$. Анализ интенсивностей электронов L53 и KLM показал, что мгновенный компонент необходимо приписать совпадениям γ -KLM, а задержанный - совпадениям γ -L 53 кэВ, определяющим время жизни уровня 53 кэВ.

Период полураспада уровня 174 кэВ был определен в совпадениях γ -K121 кэВ как $T_{1/2} = 0,54 \pm 0,05 \text{ нс}$. Временные распределения совпадений γ -L53 + KLM и γ -K 121 кэВ приведены на рис. 1.

Период полураспада уровня 83 кэВ был оценен как $T_{1/2} \leq 0,3 \text{ нс}$ из анализа совпадений γ -L 83 кэВ.

Мультипольный состав перехода 83 кэВ был оценен нами как $M1 + < 20\% E2$ при исследовании спектров ЭВК изобары $A = 157$ на β -спектрометре с тороидальным магнитным полем /18/.

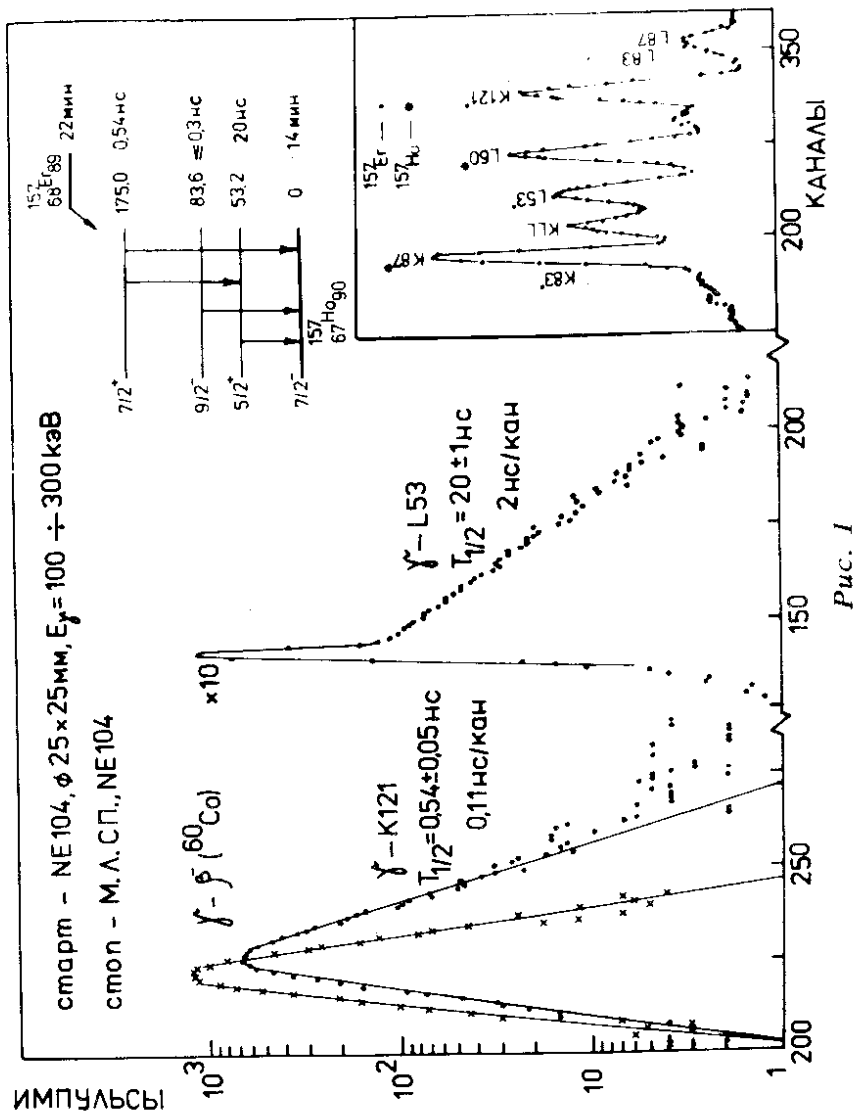


Рис. 1

3.2. Время жизни уровня 10,3 кэВ в ^{157}Er

Нами была предпринята попытка измерить время жизни уровня 10,3 кэВ ^{157}Er . В стартовом канале временного спектрометра /см. 2.2/ выделялось комптоновское распределение γ -лучей с энергией выше $E_{\gamma} > 50$ кэВ, а в стоповом - электроны с энергиями $E_e \approx 5-10$ кэВ. Временные спектры совпадений /рис. 2/ прослеживались в период полураспада материнского ядра и сравнивались с временными распределениями, измеренными как при экранировании детектора электронов тонким алюминиевым фильтром, так и при смещении более высоких энергий. Результаты этих исследований позволили выявить во временных спектрах компонент с $T_{1/2} = 7 \pm 1$ нс, который, по-видимому, можно отнести к периоду полураспада нижнего возбужденного состояния ^{157}Er с энергией 10,3 кэВ. При анализе вероятности перехода 10,3 кэВ мы принимали его мультипольность как M1.

4. Вероятности γ -переходов в ^{157}Ho и ^{157}Er

Из экспериментальных значений времен жизни были определены приведенные вероятности γ -переходов, разряжающих исследуемые уровни ^{157}Ho и ^{157}Er . Экспериментальные значения вероятностей переходов сравнивались с рассчитанными одночастичными оценками по Вайскопфу /19/, по Нильссону /20/ / F_N^p - с учетом парных корреляций и F_N - без учета/. Полученные значения вероятностей $B(\sigma L)$ эксп. и одночастичные факторы торможения $F(\sigma L) = B(\sigma L)_{\text{теор.}} / B(\sigma L)_{\text{эксп.}}$ приведены в таблице.

Вероятности и факторы торможения рассматриваемых переходов согласуются с соответствующими значениями для подобных переходов в соседних деформированных ядрах /21/.

Из полученного значения нижней границы вероятности M1-компонента внутривращательного перехода 83 кэВ /9/2⁻ \rightarrow 7/2⁻ в ^{157}Dy можно оценить разность гиромагнитных отношений для полосы 7/2⁻ [523] как $|g_K - g_R| > 0,25$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Желев Ж.Т. и др. ЯФ, 1965, 2, с.956.
2. Lagarde P. e.a. J. de Phys., 1966, 27, p.116.
3. Александров А.А. и др. Программа и тезисы докл. XXV совещ. по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра. "Наука", Л., 1975, с.114.
4. Андрейчев В. и др. Тезисы докл. XVIII совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра. "Наука", Л., 1978, с.78.
5. Rizk N., Treherne J., Boutet J. Institut Sciences Nucleires, Grenoble, Rapport Annual, 1973, p.79; Rapport Annuel 1974, p.66; Boutet J., Rizk N., Torres J.P. ICN, Grenoble, Rapport Annuel, 1976, p.90.
6. Diamond R.M. CERN, 70-30, Geneva, 1970, p.65.
7. Panan J.P. e.a. In: ICN, Grenoble, Rapport Annuel, 1976, p.90.
8. Leigh J.R. e.a. URKL 20426 (1971).
9. Grosse E., Stephens F.S., Diamond R.M. Phys.Rev. Lett., 1973, 31, p.840.
10. Beuscher H. e.a. Nucl.Phys., 1975, A249, p.379.
11. Latuszynski A. e.a. JINR, E6-8516, Dubna, 1975.
12. Aguer P. e.a. Proc. of 3rd Int. Conf. on Nucl. far from Stab., Cargese, 1976.
13. Aguer P. e.a. J. de Phys., Paris, 1977, v.38, p.435.
14. Музиоль Г., Райко В.И., Тыррофф Х. ОИЯИ, Р6-4487, Дубна, 1969.
15. Latuszynski A. e.a. Nucl. Instr. and Meth., 1974, 120, p.58.
16. Аликов Б.А. и др. ОИЯИ, Р13-10911, Дубна, 1977.
17. Аликов Б.А. и др. ЭЧАЯ, 1976, т.7, вып. 2, с.419.
18. Громов К.Я. и др. ОИЯИ, Р13-10611, Дубна, 1977.
19. Lobner K.E.G. In: The Electromagnetic Interaction in Nuclear Spectroscopy. Ed. W.D.Hamilton (North-Holland, Amsterdam, 1975).
20. Gustafson C. e.a. Ark.Fys., 1967, 36, p.613.
21. Andrejtscheff W., Schilling K.D. Atomic Data and Nucl. Data Tables, 1975, 16, p.515.
22. Ekstrom C., Lamm I.-L. Phys. Scripta, 1973, 7, p.31.
23. Hager R.S., Seltzer E.C. Nucl.Data., 1968, A4, p.1.

Рукопись поступила в издательский отдел
13 июня 1978 года.